

Ville Korpinen

Vedenkäsittelylaitteiden riskikartoitus

Opinnäytetyö

Kevät 2011

Tekniikan yksikkö

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Kone- ja tuotantotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Kone- ja tuotantotekniikka

Tekijä: Ville Korpinen

Työn nimi: Vedenkäsittelylaitteiden riskikartoitus

Ohjaaja: Matti Tervonen

Vuosi: 2011

Sivumäärä: 40

Liitteiden lukumäärä: 1

Tässä opinnäytetyössä tutkittiin vedenkäsittelylaitteista aiheutuvia vaaroja ja turvallisuusriskejä. Tämän lisäksi tutkittiin yhden laitteen aiheuttamia vaaroja tarkemmin. Tämä laite oli suotonauhapuristin. Samalla tehtiin riskiarviot kaikille laitteille. Työn toimeksiantajana oli HTM Stainless Ilmajoen toimipiste. Tarve tälle opinnäytteelle syntyi konedirektiivin 2006/42/EY riskiarviointivaatimuksista. Konedirektiivin mukaan riskiarviot on esitettävä viranomaiselle tarvittaessa, mutta riskiarvioiden ei tarvitse olla koko aikaa saatavilla kirjallisessa muodossa.

Riskiarviot suoritettiin konedirektiivin ja direktiivissä viitattavien standardien mukaan. Apuna riskianalyysiin käytettiin standardista SFS-EN ISO 14121-1 löytyvää vaarojen ryhmittelytaulukkoa sekä VTT:n sivuilta saatavaa potentiaalisten ongelmien analyysilomaketta. Riskien suuruutta arvioitaessa käytettiin hyväksi teknisestä tiedostosta SFS-ISO/TR 14121-2 löytyvää ANSI B11 TR:2000 riskin suuruuden arviointimatriisia.

Suurimmat riskit aiheutuivat mekaanisista ja käyttöympäristöstä johtuvista vaaratekijöistä. Suurin yksittäinen mekaaninen vaara aiheutui jokaisessa laitteessa pyörivästä kone-elimestä. Vaaran seurauksena oli muun muassa puristuminen tai takertuminen. Käsiteltävä jätevesi aiheutti mekaanisen vaaran kanssa suurimman riskin. Jäteveden aiheuttamia seurauksia olivat muun muassa liukastumis- ja epämukavuusvaarat. Suotonauhapuristimen suurimmat riskit olivat edellä mainitun tyyppisiä. Suurimmat riskit mekaanisista vaaroista aiheutuivat juuri pyörivästä kone-elimestä ja lisäksi pääseminen aiheutti vaaran paikan suotonauhapuristimen käyttäjälle. Käsiteltävä liete aiheutti samantyyppisen vaaran kuin edellä mainittu jätevesi muille laitteille.

Avainsanat: direktiivit, kone-elimet, riskinarviointi, standardit, vaaratekijät

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Mechanical and Production Engineering

Specialisation: Mechanical and Production Engineering

Author: Ville Korpinen

Title of thesis: Risk survey for the water treatment equipments

Supervisor: Matti Tervonen

Year: 2011

Number of pages: 40

Number of appendices: 1

This thesis covers the hazards and safety risks which were caused by the water treatment equipments. The hazards of one equipment were also the target of a closer survey. That equipment was the filter belt press. At the same time the risk assessments were made to every equipment. The client of this thesis was HTM Stainless Ilmajoki. The necessity of this thesis came obvious by the risk assessment requirements of the Machinery Directive 2006/42/EC.

The risk assessments were made by the requirements of the Machinery Directive and Standards which are referred in the directive. The diagram of the hazardous situations grouping is based on the standard SFS-EN ISO 14121-1. The potential problem analysis form which was available in the web page of VTT was of help when the risk analysis was made. ANSI B11 TR:2000 based on the risk estimation matrix was the instrument when the risks were calculated. That matrix was available in the technical report of SFS-ISO/TR 14121-2.

The biggest risks were caused by the mechanical and environmental use of the risk factors. The biggest single mechanical hazard for every equipment was caused by the rotating elements. The effect of this hazard was for example crushing or entanglement. Waste water caused for example slipping and discomfort hazards. The biggest filter belt press risks were the same as mentioned above. The biggest mechanical hazards caused by the filter belt press were rotating elements and access. The treated sludge caused the same kind of hazards as waste water to the other equipments.

Keywords: directives, machine elements, risk assessment, standards, risk factors

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ	4
Kuvio- ja taulukkoluettelo.....	6
1 JOHDANTO.....	7
2 HELSINGIN TUUKKUMYYNTI.....	8
2.1 HTM Stainless.....	8
2.2 Ilmajoen toimipiste	8
3 KONETURVALLISUUS.....	9
3.1 Konedirektiivi 2006/42/EY	9
3.1.1 Tekninen rakennetiedosto	10
3.1.2 Käyttöohjeet	11
3.1.3 Vaatimustenmukaisuusvakuutus	11
3.1.4 Konekilpi	12
3.2 Vaatimukset	12
3.3 CE-merkintä.....	12
3.4 Standardit	13
3.4.1 Yhtenäistetyt standardit.....	14
3.4.2 Standardityypit	14
3.4.3 Riskiarviointiin liittyviä standardeja	15
4 RISKINARVIOINTI.....	16
4.1 Arvioinnin suunnittelu	17
4.1.1 Raja-arvojen määrittäminen	17
4.1.2 Käyttörajojen määrittäminen.....	17
4.2 Vaarojen tunnistus	18
4.2.1 Mekaaniset vaarat.....	18
4.2.2 Muita vaaroja	19
4.3 Riskin suuruuden määrittäminen	20
4.4 Riskin merkittävyyden määrittäminen	22
4.5 Riskin pienentäminen.....	22

5	JÄTEVEDEN KÄSITTELY.....	23
5.1	Prosessi.....	23
5.2	Mekaaninen käsittely.....	24
5.2.1	Välppäys.....	24
5.2.2	Hiekanerotus.....	25
5.3	Lietteen käsittely	25
5.4	Suotonauhapuristin	26
6	JÄTEVEDEN KÄSITTELYLAITTEIDEN RISKIT	27
6.1	Menetelmän esittely ja riskiarvioprosessin kulku	27
6.1.1	Riskiarvioinnin lomakepohja.....	28
6.1.2	Riskin suuruuden arviointimatriisi	29
6.2	Mekaanisten jäteveden käsittelylaitteiden riskit	31
6.3	Suotonauhapuristimen riskit	32
7	YHTEENVETO	35
8	POHDINTA	37
	LÄHTEET	38
	LIITTEET	40

Kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuvio 1. CE-merkki. (CE-merkintä 2010.)	13
Kuvio 2. Standardien hierarkia. (Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 2008.)	15
Kuvio 3. Riskiarviointiprosessi. (Työsuojeluhallinto/riskien arviointi, [viitattu 16.1.2011].)	16
Kuvio 4. Mekaanisten riskien raja-arvoja. (Siirilä 2008, 73.)	19
Kuvio 5. ANSI B11 TR:2000 riskin suuruuden arviointimatriisi numeroin ilmaistuna. (SFS-EN ISO 14121-2 2007, 48.)	21
Kuvio 6. Jäteveden käsittelyssä käytettävät välvät. (Karttunen 2004, 54.)	25
Kuvio 7. Potentiaalisten ongelmien analyysilomake. (Riskianalyysilomakkeet/ poa, [viitattu 18.3.2011].)	28
Kuvio 8. Vaarojen ryhmittelytaulukko. (SFS-EN ISO 14121-1 2007, 40–44.)	29
Kuvio 9. ANSI B11 TR:2000 riskin suuruuden arviointimatriisi sanallisesti ilmaistuna. (SFS-EN ISO 14121-2 2007, 48.)	29
Kuvio 10. Suotonauhapuristin.	34

1 JOHDANTO

Opinnäytetyön tarkoituksena on tehdä jätevesilaitteiden riskiarviot HTM Stainlessin Ilmajoen toimipisteelle, joka toimii myös työn toimeksiantajana. Työssä tutkitaan HTM Stainlessin valmistamien laitteiden vaarat ja vaaran paikat sekä tehdään riskiarviot laitteille. Riskiarvioita ei ole nähtävillä opinnäytetyössä, vaan ne on jätetty työn ulkopuolelle.

Opinnäytetyön taustana oli, että HTM Stainlessilla oli tarve luoda konedirektiivi 2006/42/EY:n mukaiset riskiarviot mekaanisille jäteveden käsittelylaitteille, jotka valmistetaan Ilmajoen toimipisteessä. Yrityksellä ei näitä riskiarvioita ole kirjallisessa muodossa saatavilla.

Tavoitteena on tutkia vedenkäsittely laitteiden vaaroja ja vaaran paikkoja sekä luoda riskiarviot laitteille, joita HTM Stainless valmistaa. Nämä riskiarviot yritys tallettaa tekniseen tiedostoon, jonka viranomainen voi tarvittaessa pyytää nähtäville eli riskiarviot tulevat osaksi laitteen teknistä tiedostoa. Samalla tutkittiin konedirektiiviä ja standardeja, joihin direktiivissä viitataan. Samalla tutkittiin jäteveden käsittelyssä käytettävien laitteiden vaaroja ja itse jäteveden käsittelyprosessia.

Vaarojen käsittely rajautuu yhteen laitteeseen, joka on suotonauhapuristin. Suotonauhapuristin on valittu siksi, että ennakoarviossa tämä laite on arvioitu vaarallimmaksi. Samalla kuitenkin tehdään riskianalyysi myös yrityksen muihin jäteveden käsittelylaitteisiin, jotta saadaan laajempi otos tämän tyyppisten laitteiden vaaroista. Suotonauhapuristimen lisäksi muita laitteita on kahdeksan kappaletta.

2 HELSINGIN TUKKUMYYNTI

Helsingin Tukkumyynti Oy on vuonna 1981 perustettu perheyritys, joka on keskittynyt alun perin teräksen esikäsittelyyn ja tukkumyyntiin. HTM-yhtiöt on viime vuosina panostanut uusille toimialoille. Näitä ovat betoni-, rakennus- ja metallituotteet sekä ruostumattoman teräksen jatkojalostus, josta huolehtii HTM Stainless. (Hel-tuk, [viitattu 22.3.2011].)

2.1 HTM Stainless

HTM Stainless on ruostumattoman teräksen jatkojalostaja, jolla on toimipisteet Ilmajoella ja Lahdessa. Asiakaskuntana ovat elintarvike-, lääke-, energia-, ympäristö- ja prosessitekniikan alalla toimivat yritykset. Heille tuotteet ja tuotekokonaisuudet valmistetaan ruostumattomasta ja haponkestävästä teräksestä. Raaka-, teollisuus- ja jätevesien puhdistukseen käytettävät vedenkäsittelylaitteet valmistetaan myös ruostumattomasta ja haponkestävästä teräksestä. Erikoisosaamisena ovat erilaiset paineastiat, altaat, reaktorit sekä haihdutin- ja kuivainlaitteet. (HTM Stainless.)

2.2 Ilmajoen toimipiste

HTM Stainlessin Ilmajoen toimipisteessä valmistetaan ruostumattomasta ja haponkestävästä teräksestä veden ja jätevedenkäsittelyyn siivilöintilaitteita, hiekan- ja rasvanerottimia sekä laahainkoneistoja. Lietteen käsittelyyn Ilmajoella valmistetaan muun muassa suotonauhapuristimia ja polymeerilaitteistoja. Ilmajoella valmistetaan myös annostuslaitteistoja, kuljettimia sekä säätö- ja sulkuluukkuja. Näiden lisäksi valmistetaan myös kokonaistoimituksia puhdistamolaitteille. (HTM Stainless.)

3 KONETURVALLISUUS

Koneturvallisuuden perustana toimii konedirektiivi 2006/42/EY, joka esittää perusvaatimukset koneiden turvallisuudesta. Lisäksi on laadittu valtioneuvoston asetus 400/2008, joka perustuu konedirektiiviin. Konedirektiivin yleisvaatimuksia tarkennetaan hiljattain tarkastetuilla standardeilla. Näiden merkitys on suuri, koska direktiivi ja valtioneuvoston asetus ovat hyvin yleisluontoisesti määritelleet koneen. (Siirilä 2008, 19–20.)

3.1 Konedirektiivi 2006/42/EY

Konedirektiivi koskee periaatteessa jokaista konetta. Tämä johtuu siitä, että itse kone määritellään yleisluontoisesti muulla kuin lihasvoimalla käytettäväksi laitteeksi, jossa on ainakin yksi liikkuva osa. Tämän määritelmän sisään mahtuvat siten niin isot paperikoneet ja teräsvalssauslinjat kuin hiustenkuivaajat ja parranajokoneet. Konemääritelmään kuuluvat myös omaan käyttöön valmistetut yksinkertaisetkin laitteet. (Siirilä 2008, 28.)

Konedirektiiviä ei sovelleta koneisiin, joita koskee jo jokin muu erityisdirektiivi. Tällaisia ovat esimerkiksi pienlaitteet, joiden vaaratekijät aiheutuvat pääasiassa sähköstä. Direktiivin ulkopuolella ovat myös sotilaskäyttöön tarkoitetut laitteet sekä muun muassa

- turvakomponentit ja näiden alkuperäiset varaosat
- huvipuistoissa käytettävät laitteet
- ydinteknisiä laitteita, joiden vikatilanteissa saattaa aiheutua radioaktiivisia päästöjä
- ampuma-aseet
- kilpailukäyttöön tarkoitetut moottorikäyttöiset ajoneuvot
- poliisikäyttöön tarkoitetut laitteet ja koneet. (Siirilä 2008, 28.; Konedirektiivi 2006/42/EY, [Viitattu 4.1.2011].)

3.1.1 Tekninen rakennetiedosto

Tekniseksi rakennetiedostoksi kutsutaan asiakirjakokonaisuutta, jonka avulla valmistajan on pystyttävä osoittamaan, että kone tai laite täyttää konedirektiivin ja muiden määräysten osoittamat vaatimukset. Koneen yleiskuvauksen, yleispiirustuksen ja siihen liittyvien ohjauspiirien piirustusten täytyy olla teknisessä rakennetiedostossa. Mukana on myös oltava tarvittavat kuvaukset ja selitykset koneen toiminnan ymmärtämiseksi tarkoittaen esimerkiksi käyttöohjetta. Tiedostossa tulee myös olla täydelliset yksityiskohtaiset piirustukset laskelmineen, testaustuloksineen ja muine tietoineen, joista voidaan tarkastaa onko kone turvallisuusvaatimusten mukainen. Riskin arviointiin liittyvät asiakirjat täytyy myös sisällyttää rakennetiedostoon. Näitä riskiarvioasiakirjoja ovat muun muassa: kuvaus riskiarviomenetelmästä, riskiarvioinnissa huomioon otetut terveys- ja turvallisuusvaatimukset, suojaustoimenpiteet sekä maininta jäännösriskeistä. Lisäksi rakennetiedostossa tulee olla maininta standardeista, joita on käytetty suunnittelussa ja valmistuksesta, sekä koneelle tai sen osille suoritettut testit ja niiden tulokset. Jäljennös käyttö- ja huolto-ohjeesta sekä EY-vaatimustenmukaisuusvakuutuksesta tulee myös liittää tekniseen rakennetiedostoon. (Siirilä 2008, 417; Konedirektiivi 2006/42/EY, [Viitattu 26.1.2011].)

Asiakirjat on esitettävä toimivaltaisen kansallisen viranomaisen näin pyytäessä, mutta niiden ei tarvitse olla jatkuvasti käytettävissä ja yhdessä paikkaa säilytettynä. Asiakirjat on kuitenkin voitava koota ja esittää viranomaiselle kohtuullisessa ajassa, joka määritellään suhteessa asiakirjojen tärkeyteen. Tällainen aika on suunnilleen kaksi viikkoa. (Siirilä 2008, 416.)

Tekniseen rakennetiedostoon sijoitetut asiakirjat on säilytettävä viranomaisen saatavilla vähintään kymmenen vuotta viimeisen koneen tai sarjavalmisteen valmistetun koneen valmistuspäivästä. Nämä asiakirjat on oltava Euroopan talousalueella sijaitsevan valtion virallisella kielellä. Lisäksi ohjekirjan tulee olla koneen käyttäjään virallisella kielellä. Mikäli näitä asiakirjoja ei kyetä esittämään, on viranomaisella riittävä peruste tutkia kone yksityiskohtaisesti ja mahdollisesti kieltää käyttöönotto ja myynti. (Siirilä 2008, 416.)

3.1.2 Käyttöohjeet

Konedirektiivi määrittää yleiset vaatimukset käyttö- ja huolto-ohjeille. SFS-EN ISO 12 100-2 standardi täsmentää näitä vaatimuksia. Käyttöohjeiden on oltava sen maan kielellä, jossa konetta käytetään. Tämän vuoksi Suomessa ohjeiden kieli on oltava suomi ja tarvittaessa ruotsi. Maahantuoja tai myyjän on huolehdittava oikean kielisistä ohjeista, jos ohjeita ei ole käännetty oikealle kielelle. Jos edellä mainitut toimijat ovat laiminlyöneet tämän velvollisuuden, on työnantajan käännettävä ohjeet ennen käyttöönottoa. Käyttöohjeiden on myös liityttävä oikeaan malliin selvästi. Tämän vuoksi rinnakkaisten mallien sisällyttäminen samaan ohjeeseen on luvallista vain, jos käyttöohjeen kokonaisuus pysyy riittävän selkeänä. (Siirilä 2008, 411–412.)

3.1.3 Vaatimustenmukaisuusvakuutus

Vaatimustenmukaisuusvakuutus on asiakirja, joka on tehtävä jokaisesta koneesta ja erillisenä myytävästä turvakomponentista. Allekirjoittamalla asiakirjan, koneen valmistaja ottaa vastuun siitä, että kone on tehty määräysten mukaisesti. Vaatimuksenmukaisuusvakuutuksen vähimmäissisältö määritellään konedirektiivissä. Vakuutuksessa on ainakin lueteltava seuraavat seikat:

- asiakirjan nimi, jonka virallinen suomenkielinen nimi on EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus
- vakuutuksen antajan nimi ja osoite täydellisenä
- teknisen tiedoston haltijan nimi ja osoitetiedot
- kone tai laite, jota vakuutus koskee
- minkä normien, direktiivien ja standardien vaatimusten mukaan kone tai laite on valmistettu. (Siirilä 2008, 29, 418–419.)

3.1.4 Konekilpi

Konekilpeä ei suoraan konedirektiivissä vaadita, mutta yleisesti konekilpeen merkittään asiat, jotka konedirektiivi vaatii merkitsemään selkeästi ja pysyvästi koneeseen. Seuraavat merkinnät on ainakin löydyttävä koneesta tai konekilvestä:

- valmistajan nimi ja osoitetiedot täydellisenä
- koneen nimi
- CE-merkintä
- valmistusvuosi
- sarjanumero tai muu yksilöivä tekijä sekä sarja- tai tyyppimerkintä. (Siirilä 2008, 399–400.)

Edellä mainittujen asioiden lisäksi koneessa on oltava kaikki tyyppiä ja turvallista käyttöä koskevat tiedot. Näistä esimerkkinä akselin pyörimisnopeus, energiasyöttöön liittyvät tiedot ja polttomoottorikäyttöisissä koneissa polttoaineen laatu. (Siirilä 2008, 400.)

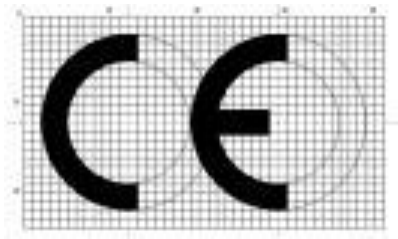
3.2 Vaatimukset

Yleisesti normien, direktiivien ja standardien vaatimukset perustuvat sattuneisiin tapaturmiin, jotka on kirjattu. Näin ollen kirjatut tapaturmailmoitukset ovat tarvittaessa saatavilla. Konedirektiivin ja siinä viitattavien standardien vaatimukset ovat peräisin sattuneista tapaturmista. Tällä hetkellä ollaan kaukana nolla tapaturmaa -tavoitteesta, joka on otettu viralliseksi tavoitteeksi. (Siirilä 2002, 151.) Vaikka Siirilän (2002, 151) mukaan on nolla tapaturma -tavoite ollut ajankohtainen jo vuonna 2002, ollaan siitä huomioni mukaan edelleen kaukana.

3.3 CE-merkintä

CE-merkintä kertoo koneen täyttävän kaikki sitä koskevien direktiivien vaatimukset. CE-merkki saattaa myös viitata muuhunkin direktiiviin kuin konedirektiiviin, esimerkiksi pienjännitedirektiiviin. CE-merkinnän lisäksi koneen mukana on toimi-

tettava vaatimustenmukaisuusvakuutus, joka valmistajan on allekirjoitettava. (Siirilä 2008, 29.)



Kuvio 1. CE-merkki. (CE-merkintä 2010.)

Kuviosta 1 nähdään virallinen CE-merkki, jonka on oltava mallin mukainen ja merkinnän korkeuden vähintään 5 millimetriä. Ruudukon avulla on esitetty kirjaimien tarkka muoto sekä kirjainten keskinäinen sijainti. (Siirilä 2008, 29.)

3.4 Standardit

Standardit ovat asiakirjoja, jotka on yhteisesti hyväksytty jossain tietyssä standardisomisjärjestössä. Esimerkiksi Suomen keskusjärjestö on Suomen Standardisomisliitto SFS ry, joka toimii yhdessä asiantuntijoiden kanssa. Se laatii Suomessa noudatettavat SFS-EN standardit. SFS ry edustaa Suomea myös kansainvälisessä ISO-järjestössä sekä eurooppalaisessa CEN-järjestössä. (Standardisoinnin lyhin mahdollinen oppimäärä, [Viitattu 24.1.2011].)

Standardi syntyy aloitteesta, jonka voi laatia periaatteessa kuka tahansa. Käytännössä aloitteet kuitenkin tulevat teollisuudelta ja EU:lta. Standardeja ei ole pakko noudattaa, mutta viranomaiset voivat määräyksissään viitata standardeihin. (Standardisoinnin lyhin mahdollinen oppimäärä, [Viitattu 24.1.2011].) Standardi on voimassa rajoitetun ajan, joka on yleensä noin viisi vuotta. Määräajan jälkeen standardi arvioidaan ja päätetään onko standardille muutostarpeita. (Siirilä 2008, 20.) Esimerkkinä viranomaisten viittauksista on tässä opinnäytetyössä esiin tuleva konedirektiivi, jossa viitataan vahvasti riskikartoitusstandardeihin. Lähtökohtana direktiiveihin ovat eurooppalaiset EN-standardit.

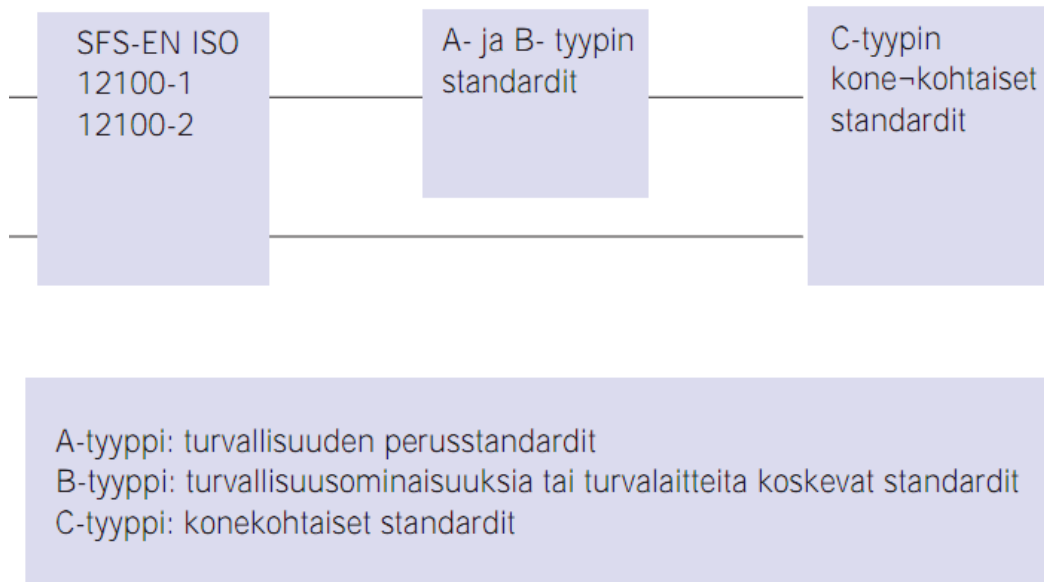
Yhteenvedona voidaan todeta, että standardeista hyötyvät teollisuus, kauppa, viranomaiset ja kuluttajat eli käytännössä siis kaikki osapuolet. Standardit on luotu helpottamaan elämää, lisäämään turvallisuutta, järkeistämään kaupankäyntiä sekä parantamaan taloudellisuutta. (Standardisoinnin lyhin mahdollinen oppimäärä, [Viitattu 24.1.2011].)

3.4.1 Yhtenäistetyt standardit

Yhtenäistetyillä standardeilla on suuri merkitys direktiivin, myös konedirektiivin, noudattamista arvioitaessa. Tällöin yhtenäistetyin eli harmonisoidun standardin mukaan rakennettu laite täyttää myös konedirektiivin liitteen 1 mukaisen vaatimuksen, siltä osin minkä standardi kattaa. Yhtenäistetyin standardin tunnuksena toimii EN-liite. EN-standardin turvallisuustason täytyy kuitenkin olla ainakin samalla tasolla kuin konedirektiivin mukainen taso. (Siirilä 2008, 58–59.)

3.4.2 Standardityypit

Konedirektiiviä täydentävät standardit muodostavat kolmitasoisin järjestelmän. Kolmitason muodostavat A-, B- ja C-tyyppin standardit, kuten kuviossa 2 nähdään. Kolmitasoisin järjestelmän tarkoituksena on luoda johdonmukainen standardikonaisuus, jossa ylimpänä tasona ovat A-tyyppin standardit. Seuraavalla tasolla on B-tyyppin standardit, jotka käsittelevät muun muassa koneiden turvallisuusominaisuuksia ja turvalaitteita. Alimman tyyppin eli C-tyyppin standardeissa käsitellään tiettyä konetta tai koneryhmää. (Siirilä 2008, 59–61.)



Kuvio 2. Standardien hierarkia. (Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 2008.)

3.4.3 Riskiarviointiin liittyviä standardeja

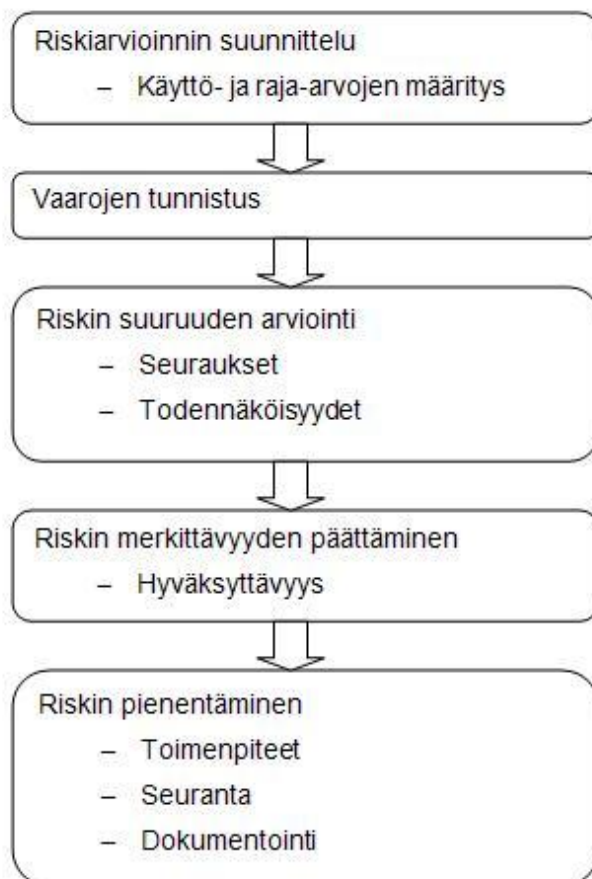
Riskiarviointiin liittyviä A-tyypin standardeja on kolme kappaletta. Ne määrittelevät yleisen turvallisuustason, minkä vuoksi muidenkin standardien laatijoiden on noudatettava sitä. Näitä kolmea standardia sovelletaan, mikäli tarkempaa B- tai C-tyypin standardia ei ole olemassa. Nämä kolme standardia ovat:

- SFS-EN ISO 12 100-1 Koneturvallisuus. Perusteet ja yleiset suunnitteluperiaatteet. Osa 1: Peruskäsitteet ja menetelmät
- SFS-EN ISO 12 100-2 Koneturvallisuus. Perusteet ja yleiset suunnitteluperiaatteet. Osa 2: Tekniset periaatteet ja spesifikaatiot
- SFS-EN ISO 14 121-1 Koneturvallisuus. Riskin arvioinnin periaatteet. (Siirilä 2008, 59–60.)

Näiden kolmen standardin lisäksi on saatavilla näitä täydentävä tekninen raportti ISO/TR 14 121-2, jossa käsitellään riskien arvioinnin toteuttamista esimerkkien avulla. ISO/TR 14 121-2 ei ole kuitenkaan eurooppalainen standardi, minkä vuoksi sen avulla toimimalla ei voida olettaa direktiivien vaatimusten toteutuvan. (Siirilä 2008, 60.)

4 RISKINARVIOINTI

Koneturvallisuus perustuu vaaratekijöiden tunnistukseen sekä näistä aiheutuvien riskitekijöiden hallintaan ja arviointiin. Riskien tunnistuksessa ja arvioinnissa tunnistetaan aluksi mahdolliset vaaratekijät, kuten esimerkiksi koneen osat ja ominaisuudet. Vaarat tunnistetaan pahimman mahdollisen tapahtuman ja eniten vahinkoa aiheuttavan tilanteen seurausten mukaan. Näissä on otettava huomioon myös vaaratekijöihin liittyvien terveyshaittojen todennäköisyydet sekä ennakoitavissa oleva väärinkäyttö. Laitteille ja prosesseille on arvioitava myös normaalitilanteiden lisäksi vikaantumiset sekä niiden todennäköisyydet. Todennäköisyyteen vaikuttavat prosessin ja laitteen toiminnan lisäksi myös ihmisen oma toiminta, joten laitteen tai prosessin ominaisuuksien lisäksi on otettava huomioon inhimillisyystekijä. (Siirilä 2008, 63.) Kuviossa 3 on nähtävissä yksinkertaistettu riskinarviointiprosessi, jota voidaan noudattaa.



Kuvio 3. Riskiarviointiprosessi. (Työsuojeluhallinto/riskien arviointi, [viitattu 16.1.2011].)

Kuviossa 3 kolmea ensimmäistä osaa kutsutaan riskianalyysivaiheeksi, johon kuuluvat riskiarvioinnin suunnittelu, vaarojen tunnistus ja riskin suuruuden arviointi. Riskin arvioinniksi kutsutaan prosessivaihetta, johon kuuluu edellä mainittujen osien lisäksi riskin merkittävyyden päättäminen. Koko prosessia voidaan kutsua myös termillä riskienhallinta. (Työsuojeluhallinto/riskien arviointi, [viitattu 16.1.2011].)

4.1 Arvioinnin suunnittelu

Riskiarviointia suunniteltaessa on otettava huomioon koneen kuvaukseen liittyviä tietoja, joita ovat muun muassa koneen käyttäjien eritelmät, koneen elinkaaren eri vaiheiden kuvaukset, koneen rakennepiirustukset sekä koneen käyttöön liittyvät tiedot. Suunniteltaessa on myös otettava huomioon säädöksiin, standardeihin ja teknisiin eritelmiin liittyvät tiedot. Lisäksi on huomioitava käyttökokemuksiin liittyviä tietoja, joita ovat muun muassa tapaturmatiedot ja tiedot terveyshaitoista, kuten värinä-, sumu- ja meluhaitat. (SFS-EN ISO 14121-1 2007, 18.)

4.1.1 Raja-arvojen määrittäminen

Riskiarvioinnin suunnitteluvaiheeseen kuuluu myös koneen raja-arvojen määrittäminen, missä otetaan huomioon koneen elinkaaren eri vaiheet. Tämä tarkoittaa sitä, että otetaan huomioon yksittäisen koneen suoritusarvot ja ominaisuudet sekä se, että käyttöympäristö olisi tunnistettava koneen raja-arvoilla osoitettuna. (SFS-EN ISO 14121-1 2007, 18.)

4.1.2 Käyttörajojen määrittäminen

Käyttörajoihin on sisällytettävä koneen käyttö ja kohtuudella ennakoitavissa oleva väärinkäyttö. Käyttörajoja luotaessa on otettava huomioon koneen erilaiset toimintatavat mukaan lukien toimintahäiriöt ja häiriöiden aikainen toiminta. Koneen käyttäjien eri toimintatavat on myös otettava huomioon häiriötilanteissa. Lisäksi käyttäjäkuntaan liittyvät näkökohdat huomioidaan käyttörajoja luotaessa. Näitä käyttäjäkuntaan liittyviä seikkoja ovat käyttäjän sukupuoli, ikä, kätisyys ja mahdolliset fyys-

sisten kykyjen rajoitteet, kuten aistiin liittyvä vamma, käyttäjän koko tai lihasvoima. Yksittäisten henkilöiden kokemukseen, koulutukseen ja kykyihin liittyvät seikat on otettava huomioon, koska kokeneella käyttäjällä on todennäköisesti hyvä tietoisuus erityisvaaroista verrattuna esimerkiksi hallintohenkilöstöön, jonka tietoisuus ei ole samalla tasolla kokeneen henkilön kanssa. (SFS-EN ISO 14121-1 2007, 20.)

4.2 Vaarojen tunnistus

Vaarojen tunnistus aloitetaan tutkimalla, millaisia vaaroja kone aiheuttaa ilman mitään olemassa olevia suojia ja turvalaitteita. Tässä vaiheessa ei vielä oteta huomioon mitään vaaratekijöitä tai niiden todennäköisyyksiä. Riskin suuruuden ja merkittävyyden määrittämisvaiheessa arvioidaan erikseen riskin vakavuutta ja todennäköisyyttä. (Siirilä 2008, 66.)

4.2.1 Mekaaniset vaarat

Mekaanisia vaaroja eli liikkuvien osien aiheuttamia vaaroja syntyy muun muassa iskuvaarasta, joka voi aiheutua esimerkiksi irronneesta hydraulikkaletkusta. Puristumisvaara, jonka voi aiheuttaa voima, massa tai nopeus, aiheuttaa myös mekaanisia vaaroja. Voiman aiheuttamat puristumisvaarat riippuvat täysin puristusvoiman suuruudesta. Tämän vuoksi raja-arvojen määrittäminen on haastavaa, koska ihmiskehon eri osat kestävät puristusta eri tavalla. Ihmisten erilainen sietokyky vaihtelee suuresti esimerkiksi eri-ikäisillä ihmisillä. Suojausstandardin mukaan konevoimalla sulkeutuvan suojuksen ihmiseen kohdistuva maksimivoima on 75 Newtonia. Massaa arvioitaessa on otettava huomioon liikkuvan koneenosan massa. Nopeutta analysoitaessa liikkumisnopeus vaikuttaa puristumiseen joutumisen todennäköisyydellä. Liikenopeuden ollessa pieni on liikkeen väistäminen todennäköisempää kuin nopealla liikenopeudella. Liikematka aiheuttaa mekaanisia vaaroja pääasiassa liikematkan ollessa suuri. Lisäksi takertuminen aiheuttaa vaaroja, koska hitaastikin liikkuvaan koneenosaan on vaatteella tai pitkällä hiuksilla takertumisvaara. Kuviossa 4 on esitetty jokseenkin turvallisena pidettäviä raja-arvoja, jotka

perustuvat lähinnä seurausten vakavuuteen. Lisäksi nopeuden raja-arvossa on otettu huomioon myös tapahtuman todennäköisyys. (Siirilä 2008, 70–83.)

Vaaratekijä	Hyväksyttävä raja-arvo
<i>Isku</i>	150-250 mm/s
<i>Puristuminen</i>	
-Nopeus	4-10 mm/s+pakkokäyttö
-Voima	75 N
-Liike-energia	4 J
-Massa	10 Kg
-Paine	0,5 bar (50 kPa)
<i>Liikematka</i>	2-6 mm
<i>Takertuminen</i>	Tapauskohtainen
<i>Muut vaarat</i>	Tapauskohtainen

Kuvio 4. Mekaanisten riskien raja-arvoja. (Siirilä 2008, 73.)

4.2.2 Muita vaaroja

Koneesta riippuen voi olla järkevää arvioida myös muut, kuin liikkuvien osien aiheuttamat vaarat. Osa näistä vaaratekijöistä saattaa olla sen tyyliä, että altistuminen näkyy vasta myöhemmin. Tällaiset vaaratekijät on poistettava tai altistuminen estettävä, koska altistumistilanteessa vaara on välitön. (Siirilä 2008, 73.) Opinnäytetyössäni käsittelen jätevedenkäsittelyyn liittyviä koneita, jonka vuoksi nostan muutamia ei-mekaanisia vaaratekijöitä esiin.

Aineet ja materiaalit ovat yksi osa näitä ei-mekaanisia vaaratekijöitä. Tällaisista tekijöistä aiheutuvat vaaratilanteet johtuvat tavallisimmin hengitysilmaan päässeistä epäpuhtauksista. Toinen yleinen ongelma on aineen joutuminen iholle ja siitä aiheutuvat ongelmat, kuten iho-oireet. Jätevedenkäsittelyssä edellä mainittuja vaaratekijöitä aiheuttaa käsiteltävä jätevesi, joka voi aiheuttaa epämukavuutta ja mahdollisesti sisältää muun muassa tartuntatauteja. Lisäksi jätevesikäsittelyprosessissa käytettävät kemikaalit muodostavat veden kanssa liukastumisvaaran. Hydraulikka aiheuttaa myös vaaratekijöitä jätevedenkäsittelylaitteissa. Yleisin hydraulikan aiheuttama riskitekijä on letkun tai tiivisteen hajoamisesta aiheutuva nes-

tesuihku, joka voi pahimmillaan aiheuttaa vakavia vammoja. Sähkön aiheuttamia ei-mekaanisia vaaroja syntyy pääasiassa sähköiskuista sekä valokaarista. Sähköviat voivat myös aiheuttaa odottamattomia käynnistymisiä. Tärinä ja melu aiheuttavat niin ikään vaaratekijöitä. Tutkimissani koneissa tärinä aiheuttaa kuitenkin harvoin vaaroja, koska kierrosnopeudet ovat matalia. Tämä edellyttää sitä, että kone toimii oikein. Meluvaaroja puolestaan syntyy lähinnä useiden koneiden yhteisvaikutuksesta. Melusta aiheutuvat vaarat aiheuttavat yleisemmin epämukavuutta ja pitkällä tähtäimellä kuulon huonontumista. (Siirilä 2008, 74–85.)

4.3 Riskin suuruuden määrittäminen

Riskien arviointi perustuu aina seurausten todennäköisyyteen ja vakavuuteen. Seurauksen ollessa vakavin ja todennäköisyyden todennäköisin on riski aina suurin mahdollinen. Kaikilla muilla yhdistelmillä riski on pienempi. Kuviossa nähdään, että kertomalla vakavuus ja todennäköisyys keskenään saadaan riski ja näin nähdään riskin suuruus. Standardeissa on erityyppisiä menetelmiä, jotka jakavat seuraukset ja todennäköisyydet erilaisiin luokkiin ja näin helpottavat riskiarvioinnin tekijää. (Siirilä 2008, 95.)

Yksi näistä menetelmistä on esitetty teknisessä raportissa SFS-ISO/TR 14121-2 liitteessä A.3.2.3, joka on ANSI B11 TR:2000 mukainen riskin suuruuden mukainen matriisi. Siinä riskit jaetaan suureen, keskimääräiseen, pieneen ja merkityksettömään riskiin. Seuraukset on jaettu tuhoisaan, vaikeaan, kohtalaiseen ja vähäiseen. Seurauksia arvioitaessa on arvioitava pahimpia uskottavia seurauksia eikä vain pahimpia ajateltavissa olevia seurauksia. Lisäksi todennäköisyydet on jaettu erittäin todennäköiseen, todennäköiseen, epätodennäköiseen ja erittäin epätodennäköiseen. Esiintymistodennäköisyyteen on otettava myös huomioon mahdollisuus ja tässä menetelmässä se on sisällytetty todennäköisyysmuuttujaan. Todennäköisyyden on myös oltava sidoksissa johonkin aikaväliin, kuten esimerkiksi koneen käyttöikään. Kuviossa 5 on annettu vahingon vakavuudelle ja esiintymistodennäköisyydelle arvot yhdestä neljään, jolloin pahin vaihtoehto saa arvon neljä ja lievin arvon yksi. Esittelen tarkemmin edellä mainittua menetelmää myöhemmässä osiossa. (SFS-EN ISO 14121-2 2007, 48–52.)

Vahingon esiintymistodennäköisyys	Vahingon vakavuus			
	Tuhoisa 4	Vaikea 3	Kohtalainen 2	Vähäinen 1
Erittäin todennäköinen 4	16	12	8	4
Todennäköinen 3	12	9	6	3
Epätodennäköinen 2	8	6	4	2
Erittäin epätodennäköinen 1	4	3	2	1

Kuvio 5. ANSI B11 TR:2000 riskin suuruuden arviointimatriisi numeroin ilmaistuna. (SFS-EN ISO 14121-2 2007, 48.)

Seurausten toteutumisen todennäköisyyttä ennakoitaessa on otettava huomioon, että aina kun koneessa on vaaratekijä, on standardin mukaan oletettava, että se johtaa ennemmin tai myöhemmin vahinkoon, jos ei mitään suojaus- tai poistamistoimenpiteitä suoriteta (SFS-EN ISO 14121-1 2007, 22.). Koneen tapaturmien seuraukset voidaan arvioida kohtalaisella tarkkuudella huomioonottaen koneen ominaisuudet, kuten nopeudet ja voimat. (Siirilä 2008, 99.)

Todennäköisyyksiä arvioitaessa eroja aiheutuu muun muassa inhimillisyyden takia, koska eri ihmisten todennäköisyysarviot saattavat poiketa suuresti toisistaan. Arvioitaessa on hyvä ottaa huomioon ainakin koneen käyttöikä, joka voi eri koneilla vaihdella suuresti. Mikäli käyttöikää ei ole määritetty voidaan Siirilän (2008, 99) mukaan käyttää 20 vuotta. Käyttöajan sisällä vahinko kuitenkin sattuu lähes varmasti, mikäli koneessa on vaarallisia suojaamattomia osia. Käyttöään ohella on myös hyvä ottaa huomioon suojausten perusratkaisut sekä vaarauhan koko aikainen tai satunnainen olemassaolo. Esimerkiksi jäteveden käsittelylaitteissa, jotka pääosin toimivat itsenäisesti, vaarauhan aiheuttavat pääasiassa vika- ja häiriötilanteet. Lisäksi tärkeänä seikkana on otettava huomioon ihmisten toiminta. Yleensä ihminen toimii ohjeiden mukaan, mutta on ennakoitava myös ihmisen erehtyväisyys, huolimattomuus ja tarkkaamattomuus. Toisinaan ihminen ottaa tietoisia riskejä, muun muassa helpottamalla tehtäväänsä esimerkiksi turvalaitetta mitätöimällä. Tällöin todennäköisyys on arvioitava suuremmaksi kuin se arvioitaisiin ilman ihmisen läsnäoloa. Vaaran havaittavuus ja vikaantumisen todennäköisyys ja vaikutus on myös otettava huomioon seurausten todennäköisyyttä arvioitaessa. (Siirilä 2008, 99–102.)

4.4 Riskin merkittävyyden määrittäminen

Riskin arvioinnin merkittävyydessä määritellään taso, joka riskin on alitettava, jotta riskiä voidaan pitää riittävän pienenä eli määritetään riskin hyväksyttävyys. ANSI B11 TR:2000 määritetyssä menetelmässä on neljä tasoa ja niille määritetään tarvittavat toimenpiteet. Vaikka ANSI B11 TR:2000 mukaan riski arvioitaisiin merkityksettömäksi jää koneeseen yleensä silti hieman riskejä. Näitä kutsutaan jäännösriskeiksi ja ne on kirjattava ja esitettävä esimerkiksi käyttöohjeessa. Jäännösriskejä syntyy muun muassa ihmisen toiminnasta ja siihen liittyvistä epävarmuustekijöistä. (Siirilä 2008, 107–109.)

4.5 Riskin pienentäminen

Riskiä täytyy pienentää, mikäli sitä ei saada alittamaan riskin hyväksyttävyytstasoa. Hyväksyttävyytstason yläpuolelle jäävä riski täytyy saada tason alapuolelle palamalla riskiarvioprosessissa taaksepäin ja tekemällä siellä muutoksia esimerkiksi turvalaiteratkaisuilla. (Siirilä 2002, 184.)

Riskiarvioinnin dokumentoinnin vähimmäisvaatimukset esitetään standardissa SFS-EN ISO 14121-1. Vaatimuksissa esitetään, että riskiarviointi on tärkeä osa niin koneen suunnittelua kuin olemassa olevan koneen turvallisuusarviota. Dokumentointiin on sisällytettävä ainakin koneen tiedot, johon arviointi on tehty. Näitä tietoja ovat: tekniset tiedot, raja-arvot ja tarkoitettu käyttö. Myös käyttöikä, kuormituksiin ja lujuuksiin, varmuuskertoimet mukaan luettuina, liittyvät oletukset on esitettävä. Käytetyt tietolähteet on lisäksi mainittava. Asiakirja vaaratekijöistä ja -tilanteista sekä huomioidut vaaralliset tapahtumat on esitettävä riskiarvioinnin dokumentoinnissa esimerkiksi käyttäen standardissa SFS-EN ISO 14121-1 löytyvää taulukkoa. Lisäksi dokumentteihin on liitettävä turvallisuustoimenpiteiden tavoitteet ja valittu toimenpide. Riskiarvion lopputulos on myös esitettävä jäännösriskeineen. (Siirilä 2008, 126.)

5 JÄTEVEDEN KÄSITTELY

Jäteveden käsittelyn päätavoitteena on vähentää jäteveden ympäristölle aiheuttamia haittavaikutuksia. Päätavoitteen rinnalla jäteveden sisältämien aineiden ja myös itse jäteveden hyväksikäytöllä on toisarvoinen merkitys. Tämän takia monet käsittelyprosessit pyrkivät tarkoituksenmukaisesti vain muuttamaan epäpuhtaudet harmittomampaan muotoon ilman, että itse aineita poistettaisiin prosessista ja näin myös itse jätevedestä. Useimpien jätevesien sisältämistä haitallisista aineista voidaan vähentää käytännössä noin 90 % jäteveden käsittelyllä. Edellä mainituista seikoista johtuen on parempi käyttää prosessista termiä jäteveden käsittely kuin jäteveden puhdistus. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 52.)

5.1 Prosessi

Jäteveden käsittelyssä on käytössä lukuisia määriä eri osaprosesseja, joita yhdistelemällä saadaan käsittelykyvyltään erilaisia käsittelylaitoksia. Niitä kutsutaan käsittelylaitoksen toiminnan kannalta keskeisimmän prosessin mukaan. Käsittelylaitostyyppejä on kolme. Ensimmäinen laitostyyppi on biologinen käsittelylaitos, jonka keskeisin prosessi on biologinen käsittely. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 52.) Biologisessa käsittelyssä mikro-organismit käyttävät jäteveden orgaanisia ja epäorgaanisia aineita kasvuunsa. Tästä syntyvä solumateriaali on vettä ominaispainoltaan suurempaa, joten se voidaan erottaa jätevedestä. (Karttunen 2004, 165.)

Toinen käsittelylaitostyyppi on kemiallinen käsittelylaitos, jossa keskeisin käsittelyprosessi on kemiallinen käsittely (Karttunen & Tuhkanen 2003, 52). Kemiallisessa käsittelyssä pyritään kemiallisilla reaktioilla tai kemikaalilisäyksillä tekemään muutoksia jäteveden laatuun. Kemialliset prosessit edistävät ravinteiden, kuten fosforin, poistoa. Kemiallisia prosesseja käytetään myös lietteen käsittelyssä, kun halutaan esimerkiksi vähentää lietteen vesipitoisuutta. (Karttunen 2004, 133.) Kolmas laitostyyppi on mekaaninen käsittelylaitos, jonka pääprosessina ovat fysikaaliset käsittelyoperaatiot, joista kerron enemmän mekaaninen käsittely kappaleessa (Karttunen & Tuhkanen 2003, 52).

Vuonna 1999 viemäröidyistä jätevesistä käsiteltiin noin 95 prosenttia biologis-kemiallisesti sekä loput noin viisi prosenttia kemiallisesti. Vuonna 2005 lähes kaikki käsittelylaitokset olivat tyypiltään biologis-kemiallisia ja lähes puolessa laitoksista oli lisäksi typen poisto menetelmä käytössä. (Karttunen & Tuhkanen 2003, 30–31.) Tästä huomataan, että mekaaninen käsittely ei ole keskeisin prosessi jäteveden käsittelyssä vaan se on usein biologisen ja kemiallisen käsittelyn tukena esimerkiksi esikäsittelyvaiheessa.

5.2 Mekaaninen käsittely

Mekaaninen käsittely on operaatio, joka perustuu fysikaalisiin ilmiöihin, kuten välppäykseen, siivilöintiin ja hiekanerotukseen. Mekaaninen käsittely -termiä käytetään yleisesti insinööritieteissä, joissakin muissa yhteyksissä puhutaan myös fysikaalisista yksikköoperaatioista. Perinteisesti mekaanista käsittelyä käytetään erityisesti kiintoaineiden erottamiseen vedestä. Nykyään vedenkäsittelymenetelmien kehityttyä mekaanista käsittelyä käytetään myös poistamaan liuenneita aineita. (Karttunen 2004, 53.)

5.2.1 Välppäys

Välppäys on yleensä ensimmäinen prosessi, joka jätevedelle tehdään jäteveden-käsittelylaitoksella. Välppäyksen tarkoituksena on poistaa jätevedestä muun muassa karkeat ja kuitumaiset epäpuhtaudet, jotta ne eivät aiheuta ongelmia muissa käsittelyprosessin vaiheissa. (Karttunen 2004, 499.)

Välpät ovat laitteita, joilla välppäys suoritetaan. Näiden laitteiden peruseriaatteenä ovat yhdensuuntaiset sauvat, jotka määrittävät läpivirtausaukon ja näin epäpuhtauksien koon, joka voidaan välpällä prosessista poistaa. Yleinen välppien jaottelu tapahtuu läpivirtausaukon mukaan. Näitä pääryhmiä on kolme. Ensimmäinen ryhmä on harvat välpät, joiden läpivirtausaukko eli vapaa väli on 40–100 millimetriä. Toiseen ryhmään kuuluvat keskitiheät välpät, joiden vapaa väli on 10–40 millimetriä. Viimeiseen ryhmään kuuluvat tiheät välpät, joiden vapaa väli on alle 10

millimetriä. Jätevedenkäsittelyyn tarkoitetut välvät jaetaan hiukan eri tavalla, kuten kuviosta 6 nähdään. (Karttunen 2004, 53–54.)

Välppäryhmä	Vapaaväli(mm)
Harvat välvät	35-100
Tiheät välvät	10-35
Kiinteät tiheät välvät	10-35

Kuvio 6. Jäteveden käsittelyssä käytettävät välvät. (Karttunen 2004, 54.)

5.2.2 Hiekanerotus

Hiekanerotusta käytetään hiekan, kivien ja soran poistamisen jätevedestä, jotta kyseiset kiviainekset eivät aiheuta ongelmia myöhemmin jätevedenkäsittelyprosessissa. Hiekanerotuksen toimintaperiaate perustuu jätevedenkäsittelyprosessissa virtausnopeuden pienentämiseen niin, että hiekka- ja kivirakeet laskeutuvat pohjalle. Tästä johtuen hiekanerottimeksi kutsuttavassa laitteessa on erityinen laskeutusallas, josta hiekka voidaan kerätä jätevedestä pois esimerkiksi ruuvikuljetinta hyväksi käyttäen. (Karttunen 2004, 503.)

5.3 Lietteiden käsittely

Vedenkäsittelylaitosten lietteiden käsittelyn tavoitteena on useimmiten tehdä lietteen poistaminen mahdollisimman taloudelliseksi. Näitä lietteitä ei tule johtaa sellaisenaan vesistöihin, vaikka ympäristöhaittoja lietteistä ei yleensä aiheudu. Joissain tapauksissa lietteen käsittelyn tavoitteena on myös kemikaalien talteenotto uusiokäyttöä varten. (Karttunen 2004, 560.)

Yleisesti lietteiden käsittelyssä tehdään muun muassa seuraavat operaatiot: tiivistys, kuivaus, stabilointi, hygienisointi ja kunnostus (Karttunen 2004, 560–561). Lietteestä kuivaus- ja tiivistysvaiheessa syntyviä lietevesiä kutsutaan rejektivedeksi ja yleisesti rejektivesi johdetaan takaisin jäteveden käsittelyprosessin alkupäähän (Karttunen 2004, 555).

Lietteen tiivistyksellä tarkoitetaan veden poistamista lietteestä laskeuttamalla tai flotaation avulla. Flotaatio tarkoittaa kaasukuplien johtamista veteen, mikä taas nostattaa lietteen pintaan. Lietteen kuivaus tarkoittaa nesteen poistamista lietteestä, joka voidaan suorittaa esimerkiksi suotonauhapuristimella. Lietteen stabiloinnin tarkoituksena on orgaanisten aineiden hajottamisprosessin keskeytys tai päättäminen, joka helpottaa jatkokäsittelyä. Lietteen hygienisoinnilla tarkoitetaan esimerkiksi sairautta aiheuttavien eli patogeenisten mikro-organismien määrän vähentämistä esimerkiksi klooria käyttämällä. Kloori lisätään usein stabilointivaiheessa ja näin lietteen jatkokäyttö on helpompaa ja turvallisempaa. Lietteen kunnostuksella tarkoitetaan veden poistamisen tehostamista. Tällöin voidaan käyttää joko lämpöä tai kunnostuskemikaalia kuten kalkkia. (Karttunen 2004, 560–579.)

Lietteen käsittelystä otan esille yhden laitteen, suotonauhapuristimen, jota käytetään lähinnä lietteen tiivistykseen ja kuivatukseen, koska laitteen riskejä tarkastellaan tarkemmin tässä opinnäytetyöstä.

5.4 Suotonauhapuristin

Suotonauhapuristimia on joko epäjatkovaa kammiopuristintyyppiä tai jatkuvaa viirapuristintyyppiä. Kammiopuristimen toimintaperiaatteena on se, että liete pumpataan viirapintojen rajaamiin kammioihin, joista lietevesi pumppauspaineen ja mahdollisen ulkoisen puristusvoiman avulla poistuu viirojen läpi. Kammioden täytyttyä puristin avataan ja kuivunut liete poistetaan. Viirapuristimessa liete johdetaan kahden liikkuvan viirapinnan väliin, joka supistuu viirojen liikesuunnassa ja näin syntyy lieteveden erottava paine. Yleensä viirojen liikesuunta on vaakasuora. Suotonauhapuristimella saadaan kiintoainepitoisuudeksi lieteen laadusta riippuen 20–40 %. (Karttunen 2004, 567.) Kuviossa 10 on esitetty viirapuristintyyppiä oleva suotonauhapuristin.

6 JÄTEVEDEN KÄSITTELYLAITTEIDEN RISKIT

Tässä osiossa on esitetty jäteveden käsittelylaitteista aiheutuneet riskit. Käsitellään lietteen kuivauksessa käytettävän suotonauhapuristimen riskit tarkemmin. Suotonauhapuristimen riskin esitellään, koska alkuarvioinnissa oli ennustettavissa, että laite olisi yrityksen kaikista vedenkäsittelylaitteista vaarallisin. Esitellään myös menetelmää, jolla riskit analysoitiin ja saatiin riskitasot arvioitua. Kaikki tutkitut laitteet olivat niin sanottuja suljettuja prosessilaitteita, joten ennakoitavissa oli, että laitteilla päästäisiin mahdollisesti hyvään turvallisuustasoon, kuten Siirilä (2008, 125) toteaa. Tällöin suurimmat riskit kohdistuisivat huolto- ja kunnossapitotoimiin.

6.1 Menetelmän esittely ja riskiarvioprosessin kulku

Riskien arvioinnin alkoi riskiarvioinnin suunnitteluvaiheella, jonka aloitettiin perehtymällä konedirektiivin ja riskien arviointiin liittyvien standardien vaatimuksiin. Samalla tutustuttiin myös alan kirjallisuuteen ja päättöihin. Näiden ohella tutustuttiin myös tapaturmatilastoihin, joista selvisi, että kirjattuja tapaturmia ei ollut tapahtunut laitteille, joita opinnäytetyössä tutkin. Yrityksenkään tietoon ei ollut tullut vakavia vahinkoja tullut.

Seuraavana aloitettiin vaarojen tunnistuksen koeajamalla laitteita ja tutkimalla rakennepiirustuksia. Keskusteltiin myös yrityksen työntekijöiden kanssa vaaranpaikoista muun muassa koeajotilanteissa. Apuna tunnistuksessa käytin standardista SFS-EN ISO 14121-1 löytyvää vaarojen ryhmittelytaulukkoa, joka on esitetty kuviossa 8.

Riskien suuruudet arvioitiin kokouksessa yhdessä yrityksen yhteyshenkilön kanssa määrittäen vahinkojen esiintymistodennäköisyydet ja vakavuudet. Riskien suuruuksia arvioitaessa käytin hyväksi teknisestä tiedostosta SFS-ISO/TR 14121-2 löytyvää ANSI B11 TR:2000 riskien arviointimatriisi, joka on esitetty kuviossa 9. Riskien suuruudet kirjasin dokumentteihin niin, että turvalaitteet ja suojaustoimenpiteet oli otettu huomioon. Samalla otettiin huomioon myös käyttörajat, kuten arvioitu mahdollinen väärinkäyttö sekä huolto- ja kunnossapitotoimenpiteet. Riskit kir-

jasin lomakepohjaan, josta on seuraavana oma lukunsa. Näin samalla syntyivät tarvittavat riskien arviointidokumentit.

6.1.1 Riskiarvioinnin lomakepohja

Riskiarvioinnin lomakepohjan yhtenä osana käytettiin VTT:n sivuilta saatavana olevaa poa-mallipohjaa, joka oli jo yrityksen toisessa toimipisteessä käytössä hie-
man muokattuna. Kuviossa 7 on esitetty potentiaalisten ongelmien analyysiloma-
ke. Poa-mallin etuna on nopeus, koska sillä voidaan nopeasti tutkia koneen tai
järjestelmän vaaroja eikä tarkastelussa jätetä mitään ongelmatyyppiä analyysin
ulkopuolelle. Tämän takia menetelmällä voidaan tunnistaa erityyppisiä ja -tasoisia
ongelmia. Menetelmän haittapuolena on, että ongelma-alueita ei käsitellä järjes-
telmällisesti. (Potentiaalisten ongelmien analyysi, [viitattu 18.3.2011].)

KOHDE: Laatijat:		Analyysin pvm: Raportti: Sivun ()
--------------------------------	--	--

Vaaraa aiheuttava tilanne	Seuraukset	Riski	Nykyinen Varautuminen	Toimenpide-ehdotukset/ Lisäkysymyksiä

Kuvio 7. Potentiaalisten ongelmien analyysilomake. (Riskianalyysilomakkeet/ poa, [viitattu 18.3.2011].)

Toisena osana yhdistettiin standardista SFS-EN ISO 14121-1 liitteestä A1. löyty-
vän taulukon riskiarvioinnin lomakepohjaan. Tämän taulukon avulla saatiin poa-
mallin heikon puolen eli ongelma-alueiden kattamattomuuden järjestelmällisesti
täytettyä, koska taulukossa on eritelty ongelma-alueet niiden tyyppin perusteella
(SFS-EN ISO 14121-1, 38). Kuviossa 8 on esitetty kyseinen standardista löytyvä
taulukko ja esimerkkinä on lueteltu jokaiseen vaaraosioon muutama vaaraa aihe-
uttavan tekijän alkuperä ja mahdollinen seuraus.

Tyyppi/ryhmä	Vaara (SFS-EN 14121-1, Liite A esimerkkejä)		ISO 12100-1 tai ISO 12100-2 alakohta
	Alkuperä	Mahdolliset seuraukset	
Mekaaniset vaarat	-pyörivät kone-elimet -kulmikkaat ja viiltävät osat	-puristuminen -viiltyminen	
Sähköstä johtuvat vaarat	-jännitteiset osat -oikosulku	-palovamma -tulipalo	
Lämpötilasta johtuvat vaarat	-liekit -räjähdys	-palovamma -epämukavuus	
Melusta johtuvat vaarat	-viheltävä pneumatiikka -kuluneet osat	-epämukavuus -tinnitus	
Täristä johtuvat vaarat	-värähtelevät laitteet -raapivat pinnat	-epämukavuus -selkärangan sairaudet	
Säteilystä johtuvat vaarat	-optinen säteily	-päänsärky, unettomuus	
Materiaaleista tai aineista johtuvat vaarat	-biologinen tekijä -fluidi	-hengitysvaikeudet -tartuntatauti	
Ergonomiasta johtuvat vaarat	-näyttöjen sijoittelu -pääseminen	-epämukavuus -stressi	
Koneen käyttöympäristöstä johtuvat vaarat	-pöly ja sumu -liikaantuminen	-liukastuminen -putoaminen	
Vaarojen yhdistelmät	-ponnistelu+toistuva toiminta+korkea lämpötila	-nestehukka -tarkkaavaisuuden menetys	

Kuvio 8. Vaarojen ryhmittelytaulukko. (SFS-EN ISO 14121-1 2007, 40–44.)

6.1.2 Riskin suuruuden arviointimatriisi

Riskin suuruuden arviointiin käytettiin teknisestä tiedostosta SFS-ISO/TR 14121-2 A.3.2.3 löytyvää ANSI B11 TR:2000 riskin suuruuden arviointimatriisia. Kuviosta 9 nähdään, että riski on suuri, ja sitä ei voida ohittaa, mikäli vahingon todennäköisyys on erittäin todennäköinen ja vahingon vakavuus ainakin kohtalainen.

Vahingon esiintymistodennäköisyys	Vahingon vakavuus			
	Tuhoisa	Vaikea	Kohtalainen	Vähäinen
Erittäin todennäköinen	suuri	suuri	suuri	keskimääräinen
Todennäköinen	suuri	suuri	keskimääräinen	pieni
Epätodennäköinen	keskimääräinen	keskimääräinen	pieni	merkityksetön
Erittäin epätodennäköinen	pieni	pieni	merkityksetön	merkityksetön

Kuvio 9. ANSI B11 TR:2000 riskin suuruuden arviointimatriisi sanallisesti ilmaistuna. (SFS-EN ISO 14121-2 2007, 48.)

ANSI B11 TR:2000 mukaan vahingon vakavuus on tuhoisa, mikäli seurauksena on kuoleman tai invaliditeetin aiheuttava vamma tai sairaus, eikä työhön paluu näin ollen ole mahdollista. Määritelmän mukaan vahingon vakavuus on vaikea, jos vahingosta aiheutuu vakava toimintaa haittaava vamma tai sairaus, mutta työhön paluu on kuitenkin mahdollista. Vahingon vakavuuden ollessa kohtalainen siitä aiheutuu huomattava vamma tai sairaus, joka vaatii vaativampaa hoitoa kuin ensiapu. Tällöin paluu entiseen työhön on kuitenkin mahdollista. Vakavuuden ollessa vähäinen vammaa ei aiheudu tai siitä selvittäänsä ensiavulla. Tällöin vammasta aiheutuu korkeintaan lyhyt poissaolo työstä. (SFS-ISO/TR 14121-2 2007, 50.)

ANSI B11 TR:2000 mukaan vahingon esiintymistodennäköisyys on erittäin todennäköinen, jos tapahtuma esiintyy lähes varmasti. Esiintymistodennäköisyyden ollessa todennäköinen tapahtuma voi tapahtua. Käytännössä koneen käyttöiän ollessa vuosia tai kymmeniä vuosia tapahtuma tulee esiintymään tuona aikana. Epätodennäköisellä esiintymistasolla tapahtuma todennäköisesti ei tapahdu, mutta tapahtuma on silti mahdollinen. Erittäin epätodennäköisellä tasolla tapahtuman todennäköisyys on lähes nolla, mutta tapahtuma täytyy ottaa huomioon. (SFS-ISO/TR 14121-2 2007, 52.; Siirilä 2002, 164.)

SFS-ISO/TR 14121-2 (2007, 48–52.) mukaan riskimatriisia käytettäessä riskiarvion suorittaminen on yleisesti subjektiivista, joten riskitasotkin on subjektiivisesti johdettu.

Riskin ollessa merkityksetön ei riski aiheuta lisätoimenpiteitä riskiarvioinnin jälkeen. Riskin ollessa pieni riskiä tulee seurata ja miettiä mahdollisia keinoja riskin pienentämiseen. Tämän lisäksi kuvioista 9 nähdään, että todennäköisimpien riskien vakavuus on joko kohtalainen tai vähäinen, mutta mahdollisuus on myös tuhoisaan tai vaikeaan vakavuuteen. Näistä seikoista johtuen riskin ollessa tasolla ”pieni” ei tarvita välittömiä toimenpiteitä, mutta keinoja, kuten varoituskylttejä, on mietittävä. Riskitason ollessa keskimääräinen tarvitaan välittömiä toimenpiteitä, jotta riskitaso saadaan laskettua ainakin tasolle ”pieni”. Näin on toimittava, koska todennäköisimmin keskimääräinen riski aiheuttaa huomattavan tai vakavan vamman tai sairauden. Riskin suuruuden ollessa ”suuri” laitetta ei enää saa käyttää, vaan riskiä on pienennettävä niin, että laitetta on taas turvallista käyttää. (Siirilä 2002, 184.)

6.2 Mekaanisten jäteveden käsittelylaitteiden riskit

Tässä osassa on esitetty suurimmat riskit ja vaaran paikat, joita tutkituille laitteille syntyi. Vaarat otettiin esille, mikäli se ylitti kuviossa 9 esitetyn riskitason ”merkityksetön”. Tutkitut laitteet olivat hyvin samankaltaisia toimintaperiaatteeltaan ja osa laitteista useamman laitteen yhdistelmiä, joten oli odotettavissa, että vaaran paikat ovat hyvin samantyyppisiä.

Mekaaniset jäteveden käsittelylaitteet, jotka riskianalyysissä olivat mukana:

- hiekanerotin
- hydraulinen porrasvälppä
- polymeerilaitteisto
- rumpusiivilä
- ruuvikuljetin
- ruuvivälppä hiekanerotin -yhdistelmä
- suotonauhapuristin.

Laitteiden normaalin käytön aikana suurimmat riskit aiheutuivat käyttöympäristön tai materiaalin vaaroista. Nämä vaarat aiheutuivat välittömästi ja välillisesti pääasiassa käsiteltävästä jätevedestä. Välittömiä riskejä jätevedestä aiheutuu muun muassa silloin, kun laitteen käyttökäyttökunta joutuu suoraan kosketukseen jäteveden kanssa, joka sisältää biologisia tekijöitä. Tällöin jätevesi voi aiheuttaa esimerkiksi tartuntataudin tai pahimmillaan jopa myrkytyksen.

Jätevesi aiheuttaa myös kosteutta ja erityisesti liukastumisvaaran laitteen käyttöympäristössä. Myös jätevedestä aiheutuvat hajuhaitat aiheuttavat riskejä. Hajuhaittoja voidaan lieventää muun muassa laitteissa olevilla poistopuhaltimilla. Näitä haittoja ei kuitenkaan voida kokonaan poistaa käyttöympäristöstä, koska laitteet eivät ole ilmatiiviitä.

Hydrauliikkaletkut ja hydrauliikkaliitännät aiheuttavat riskin, koska letkun tai liitännän pettäessä hydrauliikkaöljy voi tunkeutua laitteen lähellä liikkuvan henkilön ihoon kovalla paineella. Tämän riskin todennäköisyyttä laskee se, että laitteet ovat automaattisia ja pääasiassa kaikissa laitteissa hydrauliikkaliitännät ovat laitteen

koteloidun rungon sisällä. Näin ollen hydraulikkaöljy ei ainakaan pääse aiheuttamaan yllättäviä vaaratilanteita laitteen ulkopuolella tai kovalla paineella.

Suurin mekaaninen riski aiheutuu laitteissa pyörivästä kone-elimestä, joka on laitteesta riippuen pyörivä rumpu, sekoitin, ruuvi tai akseli. Laitteiden normaali, oikeaoppinen käyttö sekä käyttöohjeiden ja varoituskylttien noudattaminen ei aiheuta mekaanisia vaaroja, vaan vaarat aiheutuvat tahallisen tai tahattoman väärinkäytön johdosta.

Tahallisen väärinkäytön takia riskejä aiheutuu eniten huollon ja kunnossapidon aikana. Tällainen tilanne on mahdollinen esimerkiksi silloin, kun laitetta ei eroteta virtalähteestä eli laitteesta ei katkaista jännitettä pois. Tällöin laite voi tahattomasti käynnistyä ja aiheuttaa vaaran. Laitteen puhdistus käytön aikana voi aiheuttaa vaaran, koska pyörivä kone-elin on tällöin mahdollinen vaaran aiheuttaja. Vaaran todennäköisyyttä laskevat laitteiden alhaiset kierrosnopeudet, jotka ovat maksimissaan kymmenen kierrosta minuutissa. Osaan laitteista riski syntyy, koska pyörivä kone-elin ylittää kuviossa 4 esitetyt raja-arvot.

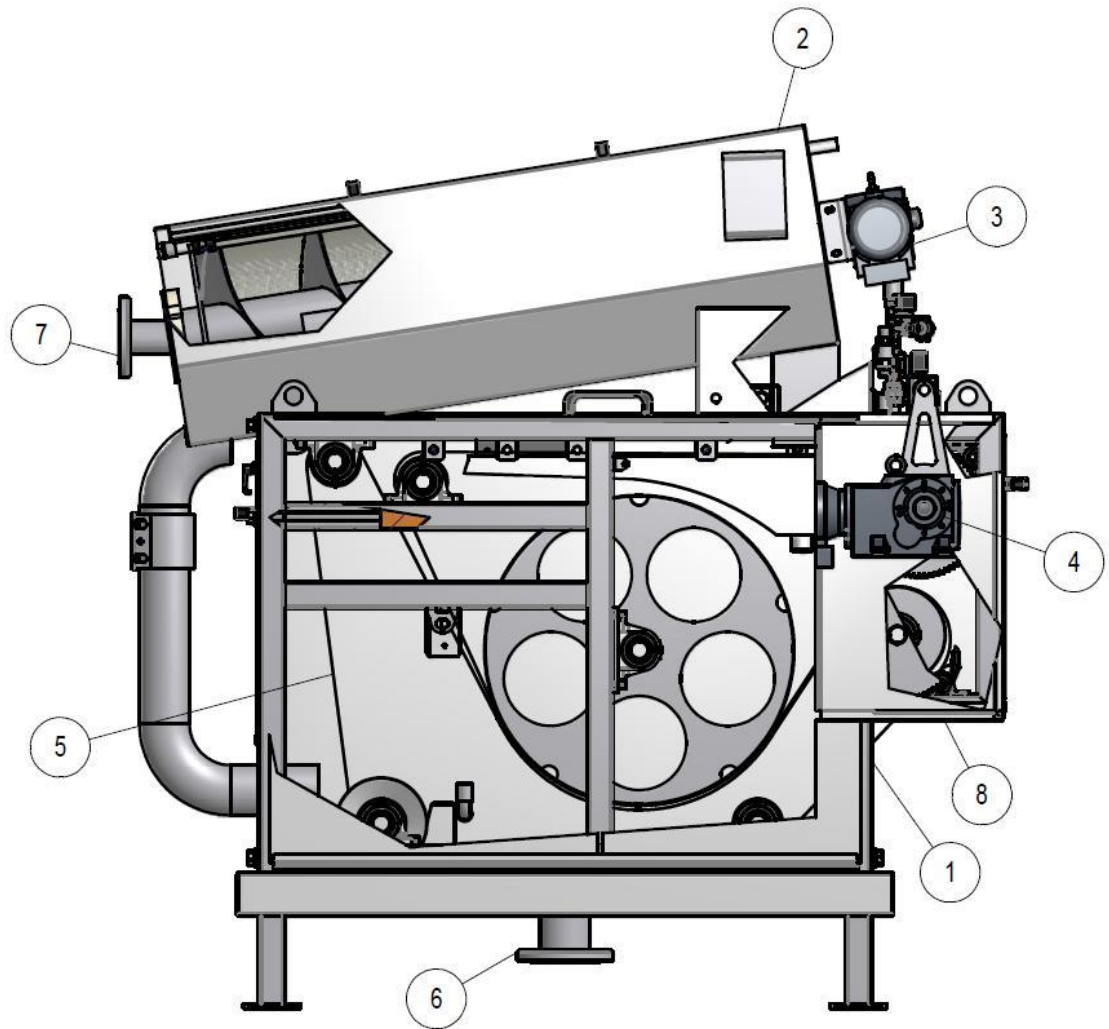
6.3 Suotonauhapuristimen riskit

Tutkittu suotonauhapuristin, joka on esitetty kuviossa 10, on tyypiltään viirapuristin ja viirojen liike on vaakasuuntainen. Suotonauhapuristimen mekaaniset vaarat aiheutuvat pyörivistä kone-elimistä ja pääsemisestä. Nämä vaarat ovat mahdollisia, kun tapahtuu tahallinen tai tahaton väärinkäyttö, koska pyörivät kone-elimet ja pääseminen on estetty normaalin ohjeiden mukaisen käytön aikana. Tahattomia tai tahallisia mekaanisia vaaroja voi aiheutua, kun laitetta käytetään ilman suojapeltejä. Tällöin pitkät hiukset, löysät vaatteenosat tai ruumiinosat voivat takertua pyörivään rumpuun tai jäädä puristuksiin suotonauhapuristimen liikkuviin osiin.

Puristumis- ja takertumisvaaran todennäköisyyttä laskee se, että suojapeltejä ei tarvitse normaalin käytön aikana poistaa missään vaiheessa. Ainoastaan huolto ja kunnossapitotoimissa suojapellit on poistettava, joten väärinkäytön mahdollisuus on huollon ja huollon jälkeisen käytön aikana. Vaaran todennäköisyyttä laskee myös alhainen kierrosnopeus, jonka vuoksi puristumis- ja takertumisvaaran toden-

näköisyys on pienempi, koska vaaran paikat on mahdollista väistää. Mahdollisissa jumiutumistilanteissa vaihdemoottorit pysähtyvät varotoimenpiteenä. Pääsemistä laitteeseen ei ole estetty muuten kuin suljetuilla rakenteilla, joten riski on mahdollinen, mutta edellyttää tahallista väärinkäyttöä. Mekaanisista vaaroista ja jäännösriskeistä on varoitettu myös asianmukaisesti koneeseen kiinnitettävien varoituskylteillä ja koneen käynnissä ollessa vilkkuvaloin. Kuviossa 10 on kuva suotonauhapuristimesta, josta selviää laitteen periaatteellinen rakenne.

Käyttöympäristöstä ja materiaaleista aiheutuvat riskit ovat samankaltaisia kuin muissa tutkituissa laitteissa. Jätevedestä aiheutuu välittömiä ja välillisiä vaaroja, joista välittömät vaarat syntyvät suotonauhapuristimella henkilön ollessa suorassa kosketuksessa lietteen tai siitä puristuvan rejektiveden kanssa. Tiivistetty liete aiheuttaa myös käyttöympäristöön liukastumisvaaran sekä epämukavuutta. Tämä johtuu siitä, että tiivistetty liete voi joutua laitteesta poistuessaan lietteen keräyskohdan ulkopuolelle, koska liete tulee ulos ikään kuin liukuhihnalta. Välillisesti vaaran paikkoja aiheutuu jätevedestä aiheutuvasta kosteudesta, joka aiheuttaa liukastumisvaaran sekä hajuhaittoja, jotka aiheuttavat epämukavuutta.



Kuvio 10. Suotonauhapuristin.

Kuvio 10. esitetyt numeroidut osakokonaisuudet:

1. suotonauhapuristin
2. esierotusrumpu
3. esierotusrummun vaihdemoottori
4. suotonauhapuristimen vaihdemoottori
5. viirakankaat
6. rejektiveden purkuyhde
7. lietteen tuloyhde
8. lietteen purku

7 YHTEENVETO

Riskianalyysi tehtiin lomakkeelle, joka oli yhdistelmä riskianalyysilomakkeesta ja vaarojen ryhmittelylomakkeesta. Riskianalyysilomake oli VTT:n sivuilta saatavissa oleva potentiaalisten ongelmien analyysi -lomake, jota käytettiin sen takia, koska yrityksellä oli käytössä tämä poa-lomake hiukan muunneltuna, johon oli tehty riskianalyysi yrityksen käytössä olevista laitteista. Vaarojen ryhmittelylomake otettiin standardista SFS-EN ISO 14121-1. Edellä mainitut lomakkeet on esitetty kuviossa 7 Kuvio 7 ja kuviossa 8. Näiden lomakkeiden positiiviset puolet yhdistettyinä saatiin kattava riskien arviointilomake. Tämä lomake on liitteessä 1. Riskien suuruutta arvioitaessa käytin teknisessä tiedostossa SFS- ISO/TR 14121-2 esitettyä ANSI B11 TR:2000 riskien suuruuden arviointimatriisia. Tämä matriisi on esitetty kuviossa 5 ja kuviossa 9.

Suoritetusta riskien arvioinnista voidaan todeta, että Siirilän (2008, 125) toteamus siitä, että suljetuilla prosessilaitteilla on mahdollisuus päästä hyvään riskitasoon, toteutui. Tässä tapauksessa suljetut prosessilaitteet ovat tutkittuja vedenkäsittelylaitteita. Mekaaniset vaaran paikat aiheutuivat tahallisen tai tahattoman väärinkäytön johdosta. Jokaisessa laitteessa suurimman mekaanisen vaaran paikan aiheutti pyörivä kone-elin, jonka vaikutusalueelle oli mahdollista päästä joko suojarakenteita poistamalla tai mahdollisen turvarajan toimintahäiriön seurauksena. Vaarasta johtuvia seurauksia ja sen todennäköisyyttä kuitenkin laskivat laitteiden alhaiset kierrosnopeudet, jolloin oletettava vaarallinen tilanne on mahdollista väistää tai sivuuttaa. Normaalin, ohjeiden mukaisen käytön aikana huomioon otettavia riskejä ei ilmennyt.

Käyttöympäristöstä johtuvat riskit osoittautuivat yhtä suurelle riskitasolle kuin suurimmat mekaanisista vaaroista johtuvat riskit. Suurimmat riskit käyttöympäristöstä aiheutuivat laitteilla käsiteltävästä jätevedestä välittömästi ja välillisesti. Välittömästi jätevesi aiheutti liukastumisvaaran sekä epämukavuutta hajuhaittojen takia.

Suotonauhapuristimen vaaran paikat ja riskitasot olivat hyvin samankaltaisia muiden käsiteltyjen laitteiden kanssa. Suurimmat riskit aiheutuivat pyörivästä kone-elimestä, pääsemisestä laitteeseen ja käsiteltävä liete. Pyörivän kone-elimen vaa-

ra aiheutui silloin, kun suoja pellit olivat poissa, mikä edellytti tahatonta ja tahallista väärinkäyttöä. Suojapeltien poisto ei suoraan aiheuttanut vaaran paikkaa, vaan koneen sisällä pyörivä kone-elin, johon oli esimerkiksi löysän vaatteiden tai pitkien hiuksien mahdollista tarttua. Laitteeseen pääsemistä ei ollut kokonaisvaltaisesti estetty, mutta kuitenkin se oli mahdollista vain tahallisen väärinkäytön johdosta. Jätevesi aiheutti liukastumisvaaran sekä hajuhaitat epämukavuutta. Suotonauhapuristimella tiivistetty liete aiheutti liukastumis- ja epämukavuusvaaran, kun lietettä joutui käyttöympäristöön.

Kehityksen kohteena riskien kannalta ilmeni turvarajojen lisäys, jotta laitteita ei olisi mahdollista käyttää, jos luukku tai muu vastaava on auki. Pääsemistä tulisi myös vaikeuttaa erityisesti suotonauhapuristimessa. Vaikeuttamiseen voidaan vaikuttaa esimerkiksi käyttöympäristön suunnittelulla. Edellä mainitut kehityskohteet eivät ole välittömästi toteutettavia, koska laitteet todettiin turvatasoltaan hyväksi.

8 POHDINTA

Riskien arvioinnin tavoitteena oli tehdä riskiarviot yrityksen vedenkäsittelyyn tarkoitetuille laitteille. Tavoitteet täyttyivät niin, että saatiin riskiarviot laitteille tehtyä. Vaaroja arvioitaessa pystyttiin opinnäytetyön kautta saamaa tietoa vertaamaan tietoon, jota saatiin yrityksen työntekijöiltä. Tämän ansiosta vaaran paikkojen havaitseminen oli helpompaa. Tämä ennakkotieto vaaroista ei vaikuttanut paljoa itse riskitasoihin, koska ainoastaan vaaroista tätä ennakkotietoa oli käytettävissä. Riskitasot määräytyivät kuitenkin vaarojen vakavuuden ja todennäköisyyden tulona. Haasteita riskiarvion suoritukseen aiheutti sen subjektiivisuus. Subjektiivisuus olisi tullut voimakkaammin esille, mikäli laitteet olisivat olleet käyttäjän jatkuvaa läsnäoloa vaativia. Suljettujen prosessilaitteiden riskiarvioinnissa subjektiivisuus ei aiheuttanut tuloksiin suurta epätarkkuutta. Tästä johtuen voidaan todeta, että saatiin vaarat hyvin arvioitua ja riskitasot oikealle tasolle.

Hankaluuksia riskien arviointi aiheutti prosessin kulun kohdalla, koska saatavilla ei ollut kokonaisvaltaista tietoa, vaan prosessin kulku täytyi soveltaa eri lähteistä. Yrityksestä ei löytynyt varsinaisesti henkilöä, joka olisi ollut kokenut riskiarvioinnin laatija. Tukea kuitenkin saatiin hyvin yritykseltä prosessin edetessä. Tästä esimerkkinä lomakepohja, jota käytettiin riskien kirjaamiseen ja riskitasojen arvioimiseen. Prosessin kulkuun apua löytyi konedirektiivistä, riskiarviointiin liittyvistä standardeista ja Tapio Siirilän kirjallisuudesta, joista otettiin osakokonaisuuksia käyttöön soveltuvien osin.

LÄHTEET

CE-merkintä. 30.10.2010. CE-merkintä: tuote vastaa vaatimuksia. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 26.1.2011]. Saatavana:

http://ec.europa.eu/finland/news/press/101/10779_fi.htm

Heltuk. Ei päiväystä. Helsingin Tukkumyynti Oy. [Verkkosivu]. [Viitattu 22.3.2011].

Saatavana: <http://www.heltuk.fi/>

HTM Stainless - Ruostumaton teräs on tahtolaji. Ei julkaisuaikaa. Esite.

Karttunen E. & Tuhkanen T. 2003. RIL 124-1 Vesihuolto I. Vammala: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y.

Karttunen E. 2004. RIL 124-2 Vesihuolto II. Vammala: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL r.y.

Konedirektiivi 2006/42/EY. 17.5.2006. Konedirektiivi 2006/42/EY. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 4.1.2011]. Saatavana: [http://eur-](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32006L0042:FI:HTML)

[lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32006L0042:FI:HTML](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32006L0042:FI:HTML)

Potentiaalisten ongelmien analyysi. Ei päiväystä. VTT/ Riskianalyysit: potentiaalisten ongelmien analyysi. [Verkkosivu]. [Viitattu 18.3.2011]. Saatavana:

<http://virtual.vtt.fi/virtual/riskianalyysit/indexef2c.html>

Riskianalyysilomakkeet/ poa. Ei päiväystä. VTT/ Potentiaalisten ongelmien analyysi lomake. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 18.3.2011]. Saatavana:

<http://virtual.vtt.fi/virtual/riskianalyysit/lomakkeet/poa.pdf>

SFS-EN ISO 14121-1. 2007. Koneturvallisuus. Riskin arviointi. Osa 1: Periaatteet. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto. [Viitattu 28.2.2011].

Saatavana SFS-verkkokaupasta. Vaatii käyttöoikeuden.

SFS-ISO/TR 14121-2. 2007. Koneturvallisuus. Riskin arviointi. Osa 2: Käytännön opastusta ja esimerkkejä menetelmistä. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto. [Viitattu 3.2.2011]. Saatavana SFS-verkkokaupasta. Vaatii käyttöoikeuden.

Siirilä, T. 2002. Koneturvallisuus: EU:n direktiivien ja standardien soveltaminen käytännössä. Keuruu: FIMTEKNO Oy

Siirilä, T. 2008. Koneturvallisuus: EU-määräysten mukainen koneiden turvallisuus. 2. uud. p. Keuruu: Inspecta.

Standardisoinnin lyhin mahdollinen oppimäärä. 2005. Standardisoinnin lyhin mahdollinen oppimäärä. [Verkkajulkaisu]. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto. [Viitattu 24.1.2011] Saatavana: <http://www.sfs.fi/files/lyhinesite.pdf>

Työsuojeluhallinto/ Riskien arviointi. Ei päiväystä. Työsuojeluhallinto/ Riskien arviointi. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 16.1.2011]. Saatavana: <http://www.tyosuojelu.fi/fi/riskienarviointi>

Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 16. 2008. Työsuojeluoppaita ja -ohjeita 16. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 16.1.2011]. Saatavana: http://tyosuojelujulkaisut.wshop.fi/documents/2008/12/tso_16-2009.pdf

LIITTEET

LIITE 1. Riskinarviointilomake

LIITE 1. Riskinarviointilomake

KOHDE:		Riskianalyysin pvm: Raportti:		
Direktiivin 2006/42/EY liitteen I mukainen riskien arviointi		Sivu 1 / 4		
Laatija(t):				

Tyyppi/ryhmä	(SFS-EN 14121-1, Liite A esimerkkejä) Alkuperä	Vaara Mahdolliset seuraukset (vaka- vuus, todennäköisyys)	ISO 12100-1 Alakohta	Riski (vaka- vuus*todennäköisyys)	Nykyinen varautuminen/toimenpide
Mekaaniset vaarat					
Sähköistä johtuvat vaarat					
Lämpötilasta johtuvat vaarat					
Melusta johtuvat vaarat					
Tärinästä johtuvat vaarat					
Säteilyä johtuvat vaarat					
Materiaaleista tai aineista johtuvat vaarat					
Ergonomiasta johtuvat vaarat					
Koneen käyttöympäristöstä johtuvat vaarat					

	KOHDE: Direktiivin 2006/42/EY liitteen I mukainen riskien arviointi Lähtöjä(t):	Riskianalyysin pvm: Raportti: Sivu 2 / 4
--	--	--

Tyyppi/ryhmä	(SFS-EN 14121-1, Liite A esimerkkejä) Alkuperä	Vaara Mahdolliset seuraukset (vaka- vuus, todennäköisyys)	ISO 12100-1 Alakohta	Riski (vaka- vuus*todennäköisyys)	Nykyinen varautuminen/toimenpide
Vaarojen yhdis- telmät					

	KOHDE: Direktiivin 2006/42/EY liitteen I mukainen riskien arviointi	Riskianalyysin pvm: Raportti:
	Laatija(t):	Sivu 3 / 4

Laitte, käyttöikä	•
Tarkoitettu käyttö, ennakoitava väärinkäyttö	•
Käytetty tietolähteet, mahdollinen epävarmuus	•
Turvallisuus toimenpiteet	•
Jäljän ösriskit	•
Lopputulokset	•

	KOHDE:	Riskianalyysin pvm: Raportti:
	Direktiivin 2006/42/EY liitteen I mukainen riskien arviointi	
	Laatija(t):	

Sivu 4 / 4

Vahingon esiintymistodennäköisyys	Vahingon vakavuus			
	Tuhoisa	Vaikea	Kohtalainen	Vähäinen
Erittäin todennäköinen	suuri	suuri	suuri	keskimääräinen
Todennäköinen	suuri	suuri	keskimääräinen	pieni
Epätodennäköinen	keskimääräinen	keskimääräinen	pieni	merkityksetön
Erittäin epätodennäköinen	pieni	pieni	merkityksetön	merkityksetön

Vahingon esiintymistodennäköisyys	Vahingon vakavuus			
	Tuhoisa 4	Vaikea 3	Kohtalainen 2	Vähäinen 1
Erittäin todennäköinen 4	16	12	8	4
Todennäköinen 3	12	9	6	3
Epätodennäköinen 2	8	6	4	2
Erittäin epätodennäköinen 1	4	3	2	1

Määritelmät:	SFS-ISO/TR 14121-2 A.3.2.3
Tuhoisa	Kuolema tai invalidiiteetti aiheuttava vammautuminen tai sairaus (työhön paluu ei ole mahdollista)
Vaikea	Vakava toimintaa häiritsevä vammautuminen tai sairaus (työhön paluu on mahdollista jossain vaiheessa)
Kohtalainen	Huomattava vamma tai sairaus, vaatii muuta hoitoa kuin ensiavun (entiseen työhön palaaminen mahdollista)
Vähäinen	Ei vammaa tai vain ensiavun tarvitseva vamma (ei töistä poissaoloa tai vain lyhyt poissaolo)
Erittäin todennäköinen	Tapahtuu lähes varmasti
Todennäköinen	Voi tapahtua
Epätodennäköinen	Todennäköisesti ei tapahdu
Erittäin epätodennäköinen	Todennäköisyys on lähes nolla